



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**  
⑩ **DE 297 12 281 U 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 05 B 37/02**  
F 21 Q 3/00  
B 64 F 1/20  
B 63 B 45/00

②1 Aktenzeichen:	297 12 281.9
⑥7 Anmeldetag:	23. 5. 97
aus Patentanmeldung:	PCT/DE97/01049
④7 Eintragungstag:	4. 12. 97
④3 Bekanntmachung im Patentblatt:	22. 1. 98

⑥6 Innere Priorität:

196 20 827.0      23.05.96

⑦3 Inhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

⑤4 Leuchteinrichtung zur Signalabgabe, Kennzeichnung oder Markierung

U 1 1871 12 281 DE

BEST AVAILABLE COPY

DE 297 12 281 U 1

## Beschreibung

Leuchteinrichtung zur Signalabgabe, Kennzeichnung oder Markierung

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Leuchteinrichtung zur Signalabgabe, Kennzeichnung oder Markierung, mit Lichtquellen, die als Halbleiterelemente, z.B. als lichtabstrahlende Dioden (LED) oder als lichtabstrahlende Polymere ausgebildet sind.

10

Mittels solcher Halbleiterelemente kann die Lichtabstrahlung einer vorstehend geschilderten Leuchteinrichtung in einer vorgegebenen Farbe erfolgen, ohne daß irgendwelche optischen Strahlungsfilterungen erforderlich wären. Entsprechend erzeugt ein solches Halbleiterelement außerhalb des sichtbaren Bereichs kaum Strahlung, insbesondere kaum wärmeerzeugende Infrarot- oder Ultraviolettstrahlung. Der Energieaufwand für den Betrieb eines derartigen Halbleiterelements bzw. einer Leuchteinrichtung mit derartigen Halbleiterelementen ist somit gering.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem vorstehend geschilderten Stand der Technik eine Leuchteinrichtung zur Verfügung zu stellen, deren Lichtabstrahlung in einfacher Weise an unterschiedliche Anforderungen und an unterschiedliche Lichtverhältnisse anpaßbar ist.

25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Leuchteinrichtung eine Steuervorrichtung aufweist, mittels der die Intensität der Lichtabstrahlung der Halbleiterelemente gesteuert variierbar ist. Hierdurch kann die Lichtabstrahlung der Leuchteinrichtung durch Variation der Intensität, mit der die Halbleiterelemente Licht abstrahlen, an unterschiedlichste Verhältnisse angepaßt werden. Da derartige Halbleiterelemente auch dann, wenn ihre Lichtabstrahlung hin-

30

35

sichtlich der Intensität geregelt wird, Licht mit einem Wellenlängenbereich abstrahlen, der sehr eng und konstant ist, ist die Farbe des von der Leuchteinrichtung abgestrahlten Lichts bei unterschiedlicher Intensität des abgestrahlten Lichts dieselbe. Die Anpassung der Lichtabstrahlung der Halbleiterelemente an von der Steuereinrichtung vorgegebene Änderungen erfolgt im Mikrosekundenbereich, wodurch die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung auch hohen Anforderungen genügen kann.

10

Wenn die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung unterschiedliche Halbleiterelemente zur Abstrahlung von Licht in unterschiedlichen Farben aufweist, wobei das abgestrahlte Licht unterschiedlicher Halbleiterelemente beliebig mischbar ist, kann das von der Leuchteinrichtung abgestrahlte Licht hinsichtlich Farbe und/oder Intensität beliebig eingestellt werden. Es ist somit möglich, mittels ein- und derselben Leuchteinrichtung Licht unterschiedlicher Farbe abzustrahlen. Der Wirkungsgrad einer solchen Leuchteinrichtung kann dadurch erhöht werden, daß die Halbleiterelemente ihr Licht mit einer sehr schmalen Farbbandbreite und bei einer hohen Sättigung abstrahlen. Da sich die Farbe des abgestrahlten Lichts mit der Regelung der Intensität nicht spürbar ändert, kann eine Farbeinstellungsauswahl hinsichtlich des Wirkungsgrades erfolgen. Mit einer derart ausgestalteten erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung kann Licht praktisch im gesamten sichtbaren Farbbereich abgestrahlt werden, wobei alle technisch sinnvoll verwendbaren Farben möglich sind.

30

35

Hierbei ist keine mechanische Bewegung von Lampen, Filtern oder anderer physikalisch zu bewogender Teile erforderlich; die entsprechenden Eigenschaften der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung ergeben sich aufgrund statischer, gesteuerter Bauteile. Durch die Addition von Farben, die durch einzelne Halbleiterelemente erzeugt werden, kann das vom mensch-

lichen Auge sichtbare Licht jede Farbe aufweisen, da eine Auflösung des Lichts unterschiedlicher Halbleiterelemente nach zwei Bogenminuten entsprechend einer Entfernung von 0,5 m von der Leuchteinrichtung nicht mehr auflösbar ist.

5

Zweckmäßigerweise ist die Leuchteinrichtung mittels der zur Steuerung der Energieversorgung dienenden Steuereinrichtung dimm- und/oder schaltbar.

- 10 Wenn diese Steuereinrichtung einen elektronischen Lichtregler aufweist, kann dem die Ansprechempfindlichkeit der Halbleiterelemente an die übliche Ansprechempfindlichkeit von Glüh- bzw. Wolframhalogenlampen angepaßt werden, so daß die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung mit herkömmlichen, Wolframhalogen- und Glühlampen aufweisenden Leuchteinrichtungen im gleichen System kombiniert werden kann.
- 15

- Die Steuereinrichtung kann durch eine Energieversorgungsleitung und/oder eine separate elektrische oder optische Datenleitung in Signalverbindung mit einer Zentraleinheit stehen. Die Steuereinrichtung kann zur Regelung der Abstrahlintensität der Halbleiterelemente dienen. Darüber hinaus kann mittels der Steuereinrichtung vorgegeben werden, in welche von mehreren möglichen Richtungen Licht abgestrahlt wird, sofern die Leuchteinrichtung als bidirektionale oder omnidirektionale Leuchteinrichtung ausgebildet ist.
- 20
- 25

- Mittels dieser Steuereinrichtung ist die Abstrahlintensität und die Anzahl der Licht unterschiedlicher Farbe abstrahlenden Halbleiterelemente einstellbar, so daß mittels der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung Licht beliebiger Farbe in beliebiger Intensität abstrahlbar ist.
- 30

Darüber hinaus kann die Steuereinrichtung eine bestimmte Aufeinanderfolge von Aus- und gegebenenfalls unterschiedlichen Ein-Betriebszuständen einstellen.

- 5 Selbstverständlich ist es gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung möglich, mittels der Steuereinrichtung den Betriebszustand und die Funktionsfähigkeit der als Lichtquelle fungierenden Halbleiterelemente zu überwachen.

10

- Wenn die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung rotes, grünes bzw. blaues Licht abstrahlende Halbleiterelemente aufweist, die alternierend angeordnet sind, ist es möglich, das insbesondere beim Betrieb eines Flughafens besonders wichtige variable weiße Licht in jedweder gewünschten Form abzustrahlen. Hierdurch kann die Leuchteinrichtung in optimaler Weise an unterschiedliche klimatische Bedingungen angepaßt werden, wobei darüber hinaus selbstverständlich auch unterschiedliche Lichtverhältnisse berücksichtigt werden können. Da rot, blau und grün an den äußeren Ecken eines Farbdreiecks angeordnet sind und die Leuchteinrichtung entsprechende Halbleiterelemente in der gewünschten Anzahl aufweisen kann, können mittels dieser Leuchteinrichtung sämtliche Farben erzeugt werden. Darüber hinaus können mittels der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung praktisch beliebig vorgebbare Anforderungen hinsichtlich der Lichtausbreitung ohne weiteres erfüllt werden.

- 30 Sofern mittels der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung lediglich rotes, gelbes, orangenes oder grünes Licht abgestrahlt werden soll, ist es ausreichend, wenn sie rotes bzw. grünes Licht abstrahlende Halbleiterelemente aufweist, die alternierend angeordnet sind. Blaues Licht abstrahlende Halbleiterelemente sind in diesem Fall nicht erforderlich, da sie für 35 die Lichtabstrahlung in den vorstehend erwähnten Farben keine

Bedeutung haben. Sofern Licht nur in den genannten vier Farben, nämlich rot, gelb, orange und grün, erzeugt werden soll, führt der Verzicht auf blaues Licht abstrahlende Halbleiterelemente dazu, daß die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung bei  
5 gleicher möglicher Lichtintensität mit geringeren Abmessungen gestaltet werden kann.

Es ist möglich, einander benachbarte Halbleiterelementreihen zueinander versetzt anzuordnen, wodurch u.U. eine dichtere  
10 Besetzung eines Substrats mit Halbleiterelementen erzeugt wird.

Sofern die Steuereinrichtung der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung eine Pulsweitenmodulationsvorrichtung aufweist, mittels der die den Halbleiterelementen zugeführte elektrische  
15 Energie regelbar ist, ergibt sich für den Betrieb der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung ein hoher Wirkungsgrad, wobei die zur Verfügung gestellte Energie mittels der Pulsweitenmodulationsvorrichtung in optimaler Weise an die Anforderungen  
20 der Leuchteinrichtung bzw. die Anforderungen der Halbleiterelemente angepaßt werden kann. Es ist keine thyristorgesteuerte Energieversorgung erforderlich, die ihrerseits typischerweise Harmonisierungs- und reaktive Verluste in der Hauptquelle verursachen würde. Darüber hinaus ergibt sich beim Betrieb der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung kein stroboskopischer Effekt, der die korrekte Wahrnehmung der Leuchteinrichtung beeinträchtigen könnte.  
25

Es ist möglich, daß mehrere Halbleiterelemente der Leuchteinrichtung ein Cluster bilden, wobei zu einem Cluster 2 bis  
30 200, vorzugsweise 2 bis 30, Halbleiterelemente gehören können. Hierdurch kann der Ausfall von Halbleiterelementen kompensiert werden, da ein mehrere Halbleiterelemente aufweisendes Cluster auch dann noch funktionsfähig bleibt, wenn ein  
35 oder mehrere Halbleiterelemente ausfallen.

Die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung kann in einer vorteilhaften Ausführungsform als Clusteranordnung aus mehreren einzelnen Clustern, z.B. aus 1 bis 30, vorzugsweise 1 bis 16 Clustern, ausgebildet sein. Hierdurch kann die räumliche Lichtverteilung der Leuchteinrichtung entsprechend den vorgegebenen Anforderungen optimiert werden. Die globalen fotometrischen Eigenschaften der Leuchteinrichtung werden durch die Clusteranordnung bestimmt.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung sind die Halbleiterelemente eines Clusters, die vorzugsweise fassungsfrei ausgebildet sind, auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet.

Wenn das die Halbleiterelemente halternde Substrat auf seiner den Halbleiterelementen zugewandten Seite mit einer Schicht aus einem reflektierenden Werkstoff versehen ist, ist es gewährleistet, daß die Strahlungsanteile der Halbleiterelemente, die nicht in Richtung auf die Strahlenaustrittsfläche des Clusters bzw. der Leuchteinrichtung gerichtet sind, weitestgehend dorthin umgelenkt werden.

Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung, bei der ausgangsseitig der Halbleiterelemente eine Spiegeloberfläche angeordnet ist, mittels der die Abstrahlung der Halbleiterelemente abgelenkt wird, kann die Abstrahlrichtung der Leuchteinrichtung je nach Positionierung der Spiegeloberfläche praktisch beliebig vorgesehen werden.

Wenn die Strahlenaustrittsfläche der Leuchteinrichtung in ihren Abmessungen etwa der Fläche des die Halbleiterelemente halternden Substrats entspricht, ergibt sich eine gleichmäßige und damit als angenehm empfundene Lichtabstrahlung der Leuchteinrichtung.

Wenn die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung aus ggf. unterschiedlichen Clustern und/oder Clusteranordnungen modulartig zusammenstellbar ist, ist es möglich, eine derartige Leuchteinrichtung für praktisch jeden denkbaren Einsatz und jede  
5 denkbare Anforderungen ohne großen Aufwand zusammenzufügen.

So kann beispielsweise eine Leuchteinrichtung, die bidirektional ausgebildet ist und zwei Clusteranordnungen aufweist, von denen jede in eine zu der der anderen entgegengesetzte  
10 Richtung abstrahlt, auf einem Flughafen zur Mittellinienanzeige eines geraden Taxiways und auch als Halteleuchte eingesetzt werden; sofern die Leuchteinrichtung zwei Clusteranordnungen aufweist, die in zueinander geneigten Richtungen Licht abstrahlen, kann sie auf gekrümmten Abschnitten von Taxiways  
15 zur Anzeige der Mittellinie derselben oder als Halteleuchte zum Einsatz kommen.

Wenn die Clusteranordnungen dieser Leuchteinrichtung mehrere, z.B. drei oder fünf, nebeneinander angeordnete Cluster auf-  
20 weisen, wobei einander benachbarte Cluster jeweils einen Winkel kleiner 180 Grad einschließen, kann eine Optimierung der räumlichen Verteilung des von der Leuchteinrichtung abgestrahlten Lichts erreicht werden.

25 Sofern die Leuchteinrichtung omnidirektional ausgebildet sein soll, ist es vorteilhaft, wenn ihre Clusteranordnungen gekrümmt ausgebildet sind und einen Kreis bzw. einen Zylindermantel bilden.

30 Sofern die Leuchteinrichtung in zwei Richtungen Licht abstrahlen soll, ist es vorteilhaft, wenn die Halbleiterelemente in Reihen bzw. in Spalten angeordnet sind. Sofern die Leuchteinrichtung omnidirektional Licht abstrahlen soll, ist eine Anordnung der Halbleiterelemente in Kreisen bzw. Zylind-



dern vorteilhaft. Es sind jedoch auch andere Anordnungen der Halbleiterelemente möglich.

5 Durch die reflektierende Ausgestaltung der den Halbleiterelementen zugewandten Seite des Substrats kann im Zusammenwirken mit den Strahlungsaustrittabschnitten der Halbleiterelemente selbst ein elementares optisches System geschaffen werden, wenn die Abstrahlabschnitte der Halbleiterelemente die Form einer asphärischen Linse aufweisen. Der Einsatz und die Verteilung des erzeugten Lichts kann hierdurch optimal gestaltet werden.

15 Die Halbleiterelemente der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung können aus einem anorganischen oder organischen Werkstoff, insbesondere aus Kunststoff, ausgebildet sein. Hierdurch ergeben sich hinsichtlich des Gewichts sowie der Herstellungsmöglichkeiten erhebliche Vorteile.

20 Darüber hinaus können die einzelnen Cluster aus einem Kunststoff vergossen oder gespritzt werden, wobei als Kunststoff ein recyclebarer Kunststoff eingesetzt werden kann. Es ist möglich, für die einzelnen Cluster einen gut wärmeleitenden Werkstoff auszuwählen, wobei auch ein druckfester Kunststoff zum Einsatz kommen kann.

25 Sofern die Cluster mit einem Gehäuse der Leuchteinrichtung eine kompakte Einheit bilden, entfällt jedweder hohler Konvektionsraum.

30 Wenn vor den Halbleiterelementen der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung eine Abdeckplatte angeordnet ist, mittels der die von den Halbleiterelementen abgestrahlten Strahlen optisch beeinflussbar sind, kann die Lichtabstrahlung der Leuchteinrichtung beispielsweise durch Bündelung und Ausrichtung der Strahlen verbessert werden.

35

Den Halbleiterelementen kann eine Optikeinrichtung zur Strahlenbrechung und/oder Totalreflexion zugeordnet werden, wobei eine Hochleistungsoptik geschaffen werden kann, mittels der die Lichtabstrahlung optimal ausformbar ist, so daß sie den  
5 bereits eingangs erwähnten Anforderungen im Flughafenbetrieb in jedem Fall genügt.

Sofern die Außenseite der Abdeckplatte leicht reinigbar und gehärtet ist, kann der Wartungsaufwand für die Leuchteinrichtung  
10 reduziert werden. Zweckmäßigerweise sollte die Außenseite der Abdeckplatte selbstreinigend ausgebildet sein, wobei es möglich ist, die Abdeckplatte in geeigneter Weise zu beschichten.

15 Eine kompakte Ausgestaltung der Leuchteinrichtung kann erreicht werden, wenn die Halbleiterelemente in einem Füllkörper eingebettet angeordnet sind.

Sofern der die Halbleiterelemente einbettende Füllkörper an  
20 der aktiven Oberfläche bzw. der Lichtaustrittsöffnung der Halbleiterelemente eine Aussparung aufweist, kann der Nutzen des vorstehend erläuterten elementaren optischen Systems, zu dem die reflektierende Ausgestaltung der den Halbleiterelementen zugewandten Seite des Substrats sowie die asphärische  
25 Linse am Abstrahlabschnitt der Halbleiterelemente gehören, aufrecht erhalten werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung ist der Füllkörper aus einem transparenten Werkstoff, z.B. einem transparenten Harz, insbesondere  
30 Epoxydharz, ausgebildet, dessen Brechungsindex etwa dem der Abdeckplatte entspricht. Hierdurch werden optische Verluste an der Übergangsfläche zwischen dem Füllkörper und der Abdeckplatte eliminiert.

Die einzelnen Halbleiterelemente sind zweckmäßigerweise voll- oder teilautomatisch hantierbar ausgebildet.

Zweckmäßigerweise sind die Cluster der erfindungsgemäßen  
5 Leuchteinrichtung Bestandteile eines redundant arbeitenden Systems, so daß in jedem Fall ein Totalausfall der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung zuverlässig verhindert werden kann. Da aufgrund der redundanten Ausgestaltung des durch die Cluster gebildeten Systems nicht jedweder Ausfall eines ein-  
10 zeln Halbleiterelements unbedingt zum Austausch eines Clusters führen muß, kann der Aufwand für die Instandhaltung der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung weiter reduziert werden.

Zur weiteren Vereinfachung des Zusammenbaus, des Umbaus oder  
15 der Reparatur der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung ist es vorteilhaft, wenn ein oder mehrere Cluster der Leuchteinrichtung als auswechselbare Teileinheit, insbesondere als Kassette, ausgebildet ist bzw. sind. Ein Austausch einer zu der Leuchteinrichtung gehörenden Kassette kann dann in situ er-  
20 folgen.

Eine derartige Kassette ist vorteilhafterweise typ-codiert, so daß sie ausschließlich entsprechend ihrer in der Leuchteinrichtung vorgegebenen Anordnung in die Leuchteinrichtung  
25 eingebaut werden kann; hierdurch werden Fehler beim Insitu-Ersatz derartiger Kassetten nahezu unmöglich gemacht.

In einer vorteilhaften Ausführungsform können zur Realisierung dieser Typcodierung an der Außenseite der Kassette Vor-  
30 sprünge bzw. Vertiefungen ausgebildet sein, die Vertiefungen bzw. Vorsprüngen an der die Kassette aufnehmenden Halterung der Leuchteinrichtung zugeordnet sind. Derartige Vorsprünge bzw. Vertiefungen können sowohl im Falle der Kassette als auch im Falle der leuchteinrichtungsseitigen Halterung zu de-  
35 ren Verstärkung und Widerstandsfähigkeit gegen Scherbeanspru-

chungen beitragen. Mittels der Halterung können auf die Kassette eingeleitete Lasten und Beanspruchungen auf die Fahrbahn übertragen werden, wobei es sich hier sowohl um mechanische, nämlich statische und dynamische Lasten, als auch um thermische Belastungen handeln kann, die aus dem Erfordernis der Wärmeabfuhr resultieren. Zum Anschluß der Kassette ist an der Halterung eine gegen die Umgebung abgedichtete Fassung für elektrische Kontakte vorgesehen; um die Kassette in der gewünschten Weise an eine Energieversorgung anzuschließen, kann die Halterung auch ein Energieversorgungs- und Steuerungsteil aufweisen.

Wenn der Grundkörper bzw. das Gehäuse der Kassette mit einem elektrisch nichtleitenden Werkstoff, z.B. Harz oder Kunststoff, ganz oder teilweise gefüllt ist, kann galvanische Korrosion vermieden werden.

Sofern dem elektrisch nichtleitenden Werkstoff ein nichtleitender Füllstoff, z.B. Glas, beigegeben ist, kann die thermische Ableit- und die Belastungsaufnahmefähigkeit der Kassette gesteigert werden. Der thermische Widerstand zwischen den in der Kassette vorhandenen Clustern wird abgesenkt, so daß die Wärmeübertragung zwischen den Clustern und dem Grundkörper bzw. dem Gehäuse der Kassette auf thermischer Leitung anstelle von Konvektion beruht. Da innerhalb der Kassette keine Hohlräume vorgesehen sind, ist die Kassette inhärent wasser- und gasdicht.

Sofern die Wände, insbesondere eine Bodenwand des Grundkörpers bzw. des Gehäuses der Kassette als Wärmeleiter, z.B. aus rostfreiem Stahl oder Aluminium, ausgebildet sind bzw. ist, kann der Temperaturgradient innerhalb der Kassette reduziert werden.

Die Außenseite der Kassette ist vorteilhaft zumindest an den Hauptbeanspruchungsbereichen mit einer Härtung versehen; hierdurch können auf Abrieb, Kratzer oder Punktlasten zurückgehende Beschädigungen weitestgehend vermieden werden. Darüber hinaus kann eine solche Verstärkung insbesondere an den Befestigungspunkten der Kassette dazu führen, daß die Last- und Scherbeanspruchungen besser am Aufnahmeteil der Leuchteinrichtung verteilt werden können. Nach außen exponierte Oberflächen der Kassette oder der gesamten Leuchteinrichtung können mittels Saphir oder entsprechendem Glas gehärtet sein, so daß eine Wirkungsgradabschwächung der Leuchteinrichtung aufgrund von Abrieb, physikalischen oder chemischen Beschädigungen vermieden wird.

Wie vorstehend an entsprechender Stelle bereits aufgeführt, kann die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung für die Signalabgabe auf sowie die Kennzeichnung und Markierung von Verkehrsflächen von Flughäfen, z.B. Startbahnen, Landebahnen, Taxiways und dergleichen vorgesehen sein. Sie läßt sich ohne weiteres gemäß den im Flugverkehr bzw. für Flughäfen geltenden Standards, z.B. ICAO, FAA, DOT, CIE, MIL-C-25050, ausgestalten.

Bei einer Ausgestaltung der Leuchteinrichtung als Unterflurfeuer wird durch die Abwesenheit von Hohlräumen gesichert, daß bei ihrer Überfahung durch ein Fahr- oder Flugzeug die Leuchteinrichtung bzw. die sie ausbildenden Kassetten nicht mit Biegespannungen, sondern ausschließlich mit Druckspannungen beaufschlagt werden. Da bei einer derart als Unterflurfeuer ausgestalteten Leuchteinrichtung der Temperaturanstieg aufgrund des Betriebs der Lichtquellen weniger als 20 % des Temperaturanstiegs bei herkömmlichen Leuchteinrichtungen beträgt, können die Beanspruchungen von das Unterflurfeuer überquerenden Flugzeugreifen erheblich reduziert werden. Dar-

über hinaus kann das Risiko von Verbrennungen beim Betriebspersonal im wesentlichen ausgeschlossen werden.

- Es ist auch möglich, die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung so zu gestalten, daß sie für die Kennzeichnung und Markierung von Verkehrsflächen im Straßenverkehr, z.B. für Fahrbahnrichtungsanzeigen, Fahrbahntrennlinien, Geschwindigkeitsbegrenzungsanzeigen und dergleichen einsetzbar ist.
- 10 Darüber hinaus kommt auch eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung für den Bereich der Schifffahrt in Frage, z.B. für Leuchtfeuer, Fahrtrinnenanzeigen, Bojenmarkierungen und dergleichen.
- 15 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind der Grundkörper bzw. das Gehäuse der Leuchteinrichtung aus einem metallischen und elektrisch nichtleitenden Werkstoff ausgebildet. Der Einsatz derartiger Werkstoffe für Leuchteinrichtungen an Flughäfen war bisher nicht praktikabel, da
- 20 die als Lichtquellen eingesetzten Wolframhalogen- und Glühlampen zu hohe Temperaturen erzeugten. Da die im Falle der Erfindung einsetzbaren nichtmetallischen und elektrisch nichtleitenden Werkstoffe elektrisch isolierend sind, tritt im Falle der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung keine galvanische Korrosion auf. Der im Falle der erfindungsgemäßen
- 25 Leuchteinrichtung vorgesehene Werkstoff ist mit einem geringen Aufwand in praktisch jede Gestalt formbar. Er kann darüber hinaus als Wärmeleiter dienen, um die von der Leuchteinrichtung erzeugte Wärme zum die Leuchteinrichtung aufnehmenden Montageteil bzw. zur Fahrbahn abzuleiten. Da der gesamte
- 30 Grundkörper bzw. das gesamte Gehäuse der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung durch die Auswahl des nunmehr einsetzbaren Werkstoffs als Isolator ausgestaltbar ist, ist kein kostenaufwendiger separater Isolator

erforderlich. Für den Grundkörper bzw. das Gehäuse der Leuchteinrichtung kann ein recyclebarer Kunststoff eingesetzt werden, wodurch sich die daraus resultierenden ökologischen Vorteile ergeben. Da die nunmehr zur Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung einsetzbaren Werkstoffe eine erheblich höhere Lebensdauer im Vergleich zum Stand der Technik aufweisen, verlängern sich die Nutzungszyklen der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung entsprechend.

- 10 Die Halbleiterelemente der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung können zwischen sehr niedrigen und sehr hohen Potentialen elektrisch regelbar sein, wobei der Wellenlängenbereich der abgegebenen Strahlung über den gesamten Regelungsbereich sehr eng und hinsichtlich Position und Weite durchweg konstant ist, so daß über den gesamten Regelungsbereich Licht  
15 ein- und derselben Farbe abstrahlbar ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert, wobei  
20 insbesondere die Anwendung der Erfindung im Flughafenbereich beschrieben wird. Es zeigen:

- FIG 1 eine prinzipielle Darstellung eines als lichtabstrahlende Diode ausgebildeten Halbleiterelements;  
25 FIG 2 bis 4 prinzipiell in Vorder-, Seiten- und Oberansicht eine erste Ausführungsform eines Clusters einer erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;  
FIG 5 bis 7 prinzipiell in Vorder-, Seiten- und Oberansicht eine zweite Ausführungsform eines Clusters der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;  
30 FIG 8 eine Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;  
FIG 9 eine Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;

- FIG 10 eine Draufsicht auf ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;
- FIG 11 eine Schnittdarstellung des z.B. in FIG 8 dargestellten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;
- 5 FIG 12 eine FIG 11 entsprechende Darstellung, wobei die Leuchteinrichtung aus Clustern gemäß den FIG 5 bis 7 ausgebildet ist;
- FIG 13 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;
- 10 FIG 14 bis 17 Prinzipdarstellungen von unterschiedliche Halbleiterelemente aufweisenden Clustern;
- FIG 18 eine Darstellung der für Flughafenbefeuerungsanlagen vorgesehenen festgelegten Farben;
- 15 FIG 19 eine Prinzipdarstellung der Steuerung, Regelung und Überwachung von Flughafenbefeuerungsanlagen;
- FIG 20 eine Prinzipdarstellung der Ausgangsseite einer Pulsweitenmodulationsvorrichtung der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung;
- 20 FIG 21 eine Steuereinrichtung der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung; und
- FIG 22 eine abgewandelte Steuereinrichtung der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtung.
- 25 Eine erfindungsgemäße Leuchteinrichtung hat eine Vielzahl von Halbleiterelementen, die im Falle der im folgenden beschriebenen Ausführungsformen als lichtabstrahlende Dioden 1 ausgebildet sind. Die in FIG 1 im Prinzip dargestellte lichtabstrahlende Diode 1 hat in demjenigen Bereich, in dem das erzeugte Licht aus der Diode 1 austritt, eine Ausgestaltung als
- 30 asphärische Linse 2, wie dies insbesondere in FIG 1 dargestellt ist.



Durch die asphärische Ausgestaltung der lichtbrechenden Linse 2 kann die Verteilung des durch die Diode 1 abgestrahlten Lichts optimiert werden.

- 5 Bei der lichtabstrahlenden Diode 1 handelt es sich insbesondere um eine helle bzw. superhelle LED.

Die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung setzt sich aus einer Vielzahl der vorstehend beschriebenen lichtabstrahlenden Dioden 1 zusammen. Eine Mehrzahl derartiger lichtabstrahlender Dioden 1 kann zu einem in den FIG 2 bis 4 dargestellten Cluster 3 zusammengefaßt sein. Bei dem in FIG 2 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiel hat das Cluster 3 zehn lichtabstrahlende Dioden 1, die in zwei übereinander angeordneten Reihen zu je fünf lichtabstrahlenden Dioden 1 angeordnet sind.

Es ist möglich, daß die Mittellinien der Dioden 1 einer Reihe in bezug auf die Mittellinien der Dioden 1 einer benachbarten Reihe geneigt angeordnet sind.

Sämtliche lichtabstrahlende Dioden 1 dieses Clusters 3 sind fassungsfrei auf einem Substrat 4 angeordnet, welches als Halterung für die lichtabstrahlenden Dioden 1 dient. Das Cluster 3 hat ein elementares optisches System, zu dem eine reflektierende Schicht 5 gehört, die auf der den lichtabstrahlenden Dioden 1 zugewandten Seite des Substrats 4 aufgebracht ist. Zu diesem elementaren optischen System gehören die asphärischen Linsen 2 der lichtabstrahlenden Dioden 1, die den Einsatz und die Verteilung des durch die lichtabstrahlenden Dioden 1 erzeugten Lichts optimieren. Die asphärische Linse 2 bildet jeweils die eigentliche aktive Oberfläche bzw. die Lichtaustrittöffnung der lichtabstrahlenden Dioden 1.

Das in den FIG 2 bis 4 dargestellte Cluster 3 ist als mit anderen gleichartigen oder ähnlichen Clustern 3 zusammenfügbares Modulteil ausgestaltet. An der Strahlungsausstrittsfläche 6 ist das Cluster 3 mittels einer Abdeckplatte 7 geschlossen, die bei dem in den FIG 2 bis 4 dargestellten Cluster 3 parallel zum Substrat 4 angeordnet ist. Die Strahlungsausstrittsfläche 6 des Clusters 3 entspricht hinsichtlich ihren Abmessungen im wesentlichen der Fläche des Substrats 4, die nahezu vollständig von den lichtabstrahlenden Dioden 1 abgedeckt ist.

Die lichtabstrahlenden Dioden 1 des Clusters 3 sind von einem den Raum zwischen dem Substrat 4 und der Abdeckplatte 7 ausfüllenden Füllkörper 8 umgeben, der aus einem transparenten Werkstoff, z.B. aus einem Harz, hergestellt ist. Der Füllkörper 8 hat eine Aussparung 9, die unmittelbar dem durch die asphärischen Linsen 2 der lichtabstrahlenden Dioden 1 des Clusters 3 gebildeten Abstrahlabschnitt des Clusters 3 zugeordnet ist; die Aussparung 9 wird zwischen der aktiven Oberfläche der lichtabstrahlenden Dioden 1 des Clusters 3 und dem Füllkörper 8 ausgebildet, um den Nutzen des durch die reflektierende Schicht 5 des Substrats 4 und die asphärischen Linsen 2 der lichtabstrahlenden Dioden 1 gebildeten elementaren optischen Systems nicht zu verlieren.

Der Brechungsindex des den Füllkörper 8 bildenden Werkstoffs entspricht zweckmäßigerweise demjenigen des die Abdeckplatte 7 bildenden Werkstoffs. Hierdurch können optische Verluste an der Kontaktfläche zwischen dem Füllkörper 8 und der Abdeckplatte 7 verhindert werden.

Die Außenseite der Abdeckplatte 7 des Clusters 3 ist gehärtet und glatt ausgestaltet; sie kann darüber hinaus selbstreinigend sein.

Bei der Ausführungsform des Clusters 3, wie sie in den FIG 2 bis 4 dargestellt ist, ist die durch den Pfeil in FIG 3 dargestellte Abstrahlrichtung des Clusters 3 senkrecht zur Ebene des Substrats 4 angeordnet.

5

Bei der anhand der FIG 5 bis 7 dargestellten Ausführungsform des Clusters 3 wird die durch den Pfeil in FIG 6 dargestellte Abstrahlrichtung des Clusters 3 um 90 Grad abgelenkt, wozu eine zwischen den lichtabstrahlenden Dioden 1 und der Strahlungsaustrittsfläche 6 des Clusters 3 angeordnete Spiegelfläche 10 vorgesehen ist. Die Spiegelfläche 10 richtet die Lichtstrahlen im dargestellten Ausführungsbeispiel um 90 Grad um, so daß sie parallel zur Ebene des Substrats 4 aus dem Cluster 3 durch dessen Strahlungsaustrittsfläche 6 bzw. durch dessen Abdeckplatte 7 austreten.

15

In FIG 8 ist ein Taxiway-Mittel- und Haltelicht für einen geradlinigen Abschnitt eines Taxiway dargestellt. Hierbei handelt es sich um eine sog. bidirektionale Leuchteinrichtung, mit einer ersten Clusteranordnung 11, die in die eine, durch den Pfeil 13 gekennzeichnete Richtung abstrahlt, und einer zweiten Clusteranordnung 12, die in die zu der Clusteranordnung 11 entgegengesetzte Richtung, die durch den Pfeil 14 gekennzeichnet ist, abstrahlt.

25

Bei der in FIG 8 dargestellten Leuchteinrichtung handelt sich um eine kompakte Einrichtung, wobei die beiden Clusteranordnungen 11, 12 in einem gemeinsamen Gehäuse 15 angeordnet sind. Derjenige Bereich des Innenraums des Gehäuses 15, der zwischen den beiden Clusteranordnungen 11, 12 sowie in FIG 8 seitlich der beiden Clusteranordnungen 11, 12 angeordnet ist, ist mit einem geeigneten Werkstoff gefüllt. Das Gehäuse 15 kann metallisch ausgebildet sein.

30

Außer, daß sie in unterschiedliche Richtungen abstrahlen, entsprechend die Clusteranordnungen 11, 12 einander, so daß im folgenden lediglich die in FIG 8 rechte Clusteranordnung 11 im einzelnen beschrieben wird.

5

Die Clusteranordnung 11 hat drei Cluster 3, die in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind, wobei jedes dieser Cluster 3 beispielsweise die anhand der FIG 2 bis 4 dargestellte Ausführungsform aufweisen kann. Das mittlere Cluster 3 ist  
10 rechtwinklig zur Mittellinie 16 des Taxiway angeordnet, wobei es diese Mittellinie 16 in seinem mittleren Bereich schneidet. Die beiden äußeren Cluster 3 schließen mit dem mittleren Cluster 3 jeweils einen Winkel ein, der geringfügig kleiner als 180 Grad ist. Hierdurch wird eine effiziente horizontale  
15 Lichtverteilung erreicht. Die Abdeckung der in FIG 8 dargestellten Leuchteinrichtung hat eine gehärtete, glatte und damit in einfacher Weise reinigbar ausgestaltete Außenfläche.

Die in FIG 9 dargestellte Leuchteinrichtung dient ebenfalls  
20 zur Markierung der Mittellinie eines Taxiways, jedoch an einem gekrümmten Abschnitt desselben, und als ein dort einsetzbares Haltelicht. Sie unterscheidet sich von der in FIG 8 dargestellten Leuchteinrichtung dadurch, daß die Abstrahlrichtungen der beiden Clusteranordnungen 11, 12 zueinander  
25 geneigt sind und daß je Clusteranordnung 11, 12 fünf einzelne Cluster 3 vorgesehen sind, bei denen es sich ebenfalls um solche der in den FIG 2 bis 4 dargestellten Ausführungsformen handeln kann. Das mittlere Cluster 3 der beiden Clusteranordnungen 11, 12 ist, da es sich um einen gekrümmten Abschnitt  
30 des Taxiway handelt, zur Mittellinie CL der Leuchteinrichtung versetzt und geneigt. Die Cluster 3 der beiden Clusteranordnungen 11, 12 schließen mit dem jeweils benachbarten Cluster 3 ebenfalls einen Winkel Alpha ein, der etwas kleiner als 180 Grad ist.

35

FIG 10 zeigt eine in sämtliche Richtungen wirkende Leuchteinrichtung, die ebenfalls zur Markierung eines Taxiway vorgesehen sein kann. Bei der dargestellten Ausführungsform sind sechs gekrümmte Cluster 17 vorgesehen, die miteinander einen geschlossenen Kreis bilden und voneinander durch Strukturrippen 18 getrennt sind. Mittels der sechs gekrümmten Cluster 17 kann Licht praktisch in alle Richtungen abgestrahlt werden.

Bei den vorstehend anhand der FIG 8 bis 10 beschriebenen Leuchteinrichtungen kann die äußere optische Oberfläche transparent und hart ausgestaltet sein, z.B. aus Saphir oder Glas mit einer gehärteten Oberfläche, so daß eine Wirkungsgradabschwächung der Leuchteinrichtungen aufgrund von Abrieb und physikalischen oder chemischen Beschädigungen vermieden wird. Die äußere optische Oberfläche kann derart gehärtet bzw. beschichtet sein, daß etwaige fresnell'sche Verluste reduziert werden.

In den FIG 11 und 12 sind Querschnitte von Leuchteinrichtungen dargestellt, die etwa den in den FIG 8 bis 10 dargestellten Leuchteinrichtungen entsprechen und die als Unterflurleuchten ausgebildet sind. Sie unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, daß in FIG 11 Cluster 3 der anhand der FIG 2 bis 4 beschriebenen Ausführungsform eingesetzt werden, wohingegen im Falle der Unterflurleuchte gemäß FIG 12 Cluster der anhand der FIG 5 bis 7 erläuterten Ausführungsform zum Einsatz kommen.

Die Leuchteinrichtung gemäß FIG 11 und 12 ist mit wesentlichen Teilen unterhalb des Bodenniveaus 19 angeordnet. Die in den FIG 11 und 12 dargestellten Pfeile kennzeichnen die Abstrahlrichtungen der Unterflurleuchten. Wie insbesondere aus FIG 11 hervorgeht, ist der das bzw. die Cluster 3 aufweisende Teil der Unterflurleuchte in Form einer Kassette 20 ausgestaltet, die als solche eine ohne großen Aufwand austauschba-

re Einheit bildet. Eine derartige Unterflurleuchte kann eine oder mehrere solcher Kassetten 20 aufweisen. Je nach Ausgestaltung der Leuchteinrichtung können mehrere gleichartige oder ggf. auch unterschiedliche Kassetten zu der Leuchteinrichtung 5 zusammengestellt sein.

Eine solche Kassette 20 ist in einer vorteilhaften Ausführungsform bauartcodiert, wobei die Bauartcodierung ihrer Anordnung innerhalb der Leuchteinrichtung entspricht. Hierdurch 10 werden Fehler bei einem Insitu-Ersatz der Kassette 20 nahezu unmöglich. Die Bauartcodierung kann durch kassettenseitige Vorsprünge oder Aussparungen verwirklicht sein, wobei dann entsprechende Aussparungen bzw. Vorsprünge in einem Aufnahmeteil 21 der Leuchteinrichtung vorgesehen sind. Derartige reliefartige Ausgestaltungen bzw. mit Eindrücken versehene Ausgestaltungen der Kassette 20 bzw. des Aufnahmeteils 21 können 15 darüber hinaus zur Widerstandsfähigkeit gegen Scherbeanspruchungen beitragen.

20 Der Grundkörper bzw. das Gehäuse der Kassette 20 ist ganz oder teilweise mit einem elektrisch nichtleitenden Werkstoff gefüllt, z.B. einem Harz oder Kunststoff; hierdurch wird galvanische Korrosion vermieden. Dem nichtleitenden Werkstoff kann ein thermisch leitendes Material, beispielsweise Glas, 25 beigegeben sein, um so die thermische Ableit- und die Belastungsaufnahmefähigkeit der Kassette 20 zu steigern.

Die Wärmeübertragung zwischen den Clustern 3 und dem Grundkörper bzw. dem Gehäuse der Kassette 20 basiert dann auf 30 thermischer Leitung anstelle von Luft-/Gas-Konvektion, so daß der thermische Widerstand der Kassette 20 erheblich reduziert ist.

Da kein Konvektionsgas vorhanden ist, führen etwaige Flugzeug- oder Kraftfahrzeuglasten, die auf die Kassette 20 wir- 35

ken, nicht zu Biege-, sondern ausschließlich zu Druckspannungen, die einfacher aufgenommen bzw. abgeleitet werden können.

Da innerhalb der Kassette 20 keine Hohlräume und damit kein  
5 Konvektionsgas vorhanden ist, ist die Kassette 20 inhärent wasser- und gasdicht.

Der in der Kassette 20 stattfindende Temperaturanstieg beträgt lediglich weniger als 20 % des Temperaturanstiegs bei  
10 einer Leuchteinrichtung mit einer herkömmlichen Wolframhalogenlichtquelle, so daß Flugzeug- oder Fahrzeugreifen weitaus geringer beansprucht werden und Verbrennungen von Betriebs- und Wartungspersonal ausgeschlossen werden können.

15 Die Bodenwand der Kassette 20 kann durch einen Wärmeleiter, z.B. rostfreien Stahl oder beschichtetes Aluminium, ausgebildet sein; hierdurch wird der Temperaturgradient innerhalb der Kassette 20 reduziert.

20 Die Außenseite der Kassette 20 kann gehärtet, z.B. aus einem rostfreien Stahl, ausgebildet sein, so daß auf Abrieb, Kratzer oder Punktlasten zurückgehende Beschädigungen vermieden werden.

25 Befestigungspunkte der Kassette 20 können verstärkt ausgebildet sein, so daß Last- und Scherbeanspruchungen auf der die Kassette 20 lagernden Struktur bzw. dem Aufnahmeteil 21 besser verteilt werden können.

30 Die Einleitung von Energie bzw. die Übertragung von Signalen zur Kassette 20 wird durch selbstreinigende und selbstabdichtende Kontakte bewerkstelligt. Ein wasser- und dampfdichter Schutz gegen die Umgebung ist vorgesehen.

Aufgrund der Ausgestaltung der Leuchteinrichtung mit lichtabstrahlenden Dioden 1 geschieht die elektrische Energieübertragung zwischen der Kassette 20 und den übrigen Teilen der Leuchteinrichtung auf einem sehr niedrigen Spannungsniveau, so daß ein „heißer“ Kassettenerersatz ohne die Gefahr der Beschädigung der elektrischen Kontakte und ohne das Risiko eines elektrischen Schlags für das Personal durchführbar ist; das Spannungsniveau liegt hierbei unterhalb von einer Spitzenspannung von ca. 25V.

Die Kassette 20 ist oberhalb einer Energieversorgungs- und Steuereinrichtung 22 der Leuchteinrichtung angeordnet.

Da die Kassette 20 weitestgehend ohne Hohlräume konstruiert ist, widersteht sie mechanischen Beanspruchungen von 100G und Schwingungsbeanspruchungen bis zu 30G, wobei es unerheblich ist, ob die Leuchteinrichtung energiert oder nichtenergiert ist.

Mittels des Aufnahmeteils 21 werden auf die Kassette 20 eingeleitete Lasten und Beanspruchungen auf die Fahrbahn übertragen. Bei diesen Belastungen handelt es sich um statische und dynamische mechanische Lasten sowie um thermische Lasten, die aus dem Erfordernis der Abfuhr der erzeugten Wärme entstehen.

FIG 13 zeigt eine Ausführungsform der Leuchteinrichtung, die in herkömmlicher Weise oberhalb einer Fahrbahn angeordnet ist. Auch dort ist eine modulartig austauschbar gestaltete Kassette 20 oberhalb einer Energieversorgungs- und Steuereinrichtung 22 angeordnet, wobei die Energieversorgungs- und Steuereinrichtung 22 mittels einer lösbaren Kupplung 23 oberhalb des Bodenniveaus 19 angeordnet wird.



FIG 14 zeigt in Prinzipdarstellung ein Cluster 3, welches aus roten, grünen und blauen lichtabstrahlenden Dioden 1 zusammengesetzt ist. Die lichtabstrahlenden Dioden 1 jeder Farbe sind hinsichtlich der Intensität, mit der sie Licht abstrahlen, in noch zu beschreibender Weise regelbar. Dadurch, daß die lichtabstrahlenden Dioden 1 jeder der drei Farben in der jeweils gewünschten Intensität Licht abstrahlen können, kann mittels des in FIG 14 gezeigten Clusters 3 praktisch Licht in sämtlichen sichtbaren Farben abgestrahlt werden, wobei darüber hinaus dieses Licht mit unterschiedlicher Intensität abstrahlbar ist. Durch die Farben rot, grün und blau, wird, wie sich insbesondere im Zusammenhang mit FIG 18 ergibt, die Möglichkeit geschaffen, Licht jeder Intensität und in jeder für mögliche Signale denkbaren Farbe abzustrahlen.

Mit einer derartigen Ausgestaltung eines Clusters 3 kann auch weißes Licht mit unterschiedlicher Intensität abgestrahlt werden, was bei herkömmlichen Leuchteinrichtungen Schwierigkeiten bereitet. Dies geht darauf zurück, daß rot, grün und blau im Farbspektrum etwa an den Ecken eines Dreiecks angeordnet sind, welches den sichtbaren Farbbereich beschreibt, wie aus FIG 18 hervorgeht.

Das aus dem Cluster 3 austretende Licht ist in einer Entfernung von zwei Bogenminuten entsprechend einem Beobachtungsabstand von 10 m nicht mehr in einzelne Lichtquellen differenzierbar, so daß für jedwede Zwecke Licht in der gewünschten Farbe und Intensität geschaffen werden kann. Dies gilt insbesondere auch für die im Flugwesen geltenden Standards ICAO, FAA, DOT, CIE, MIL-C-25050.

Insbesondere für die Erzeugung variablen weißen Lichts eignet sich am besten ein Cluster 3, welches, wie bereits erwähnt, lichtabstrahlende Dioden 1 enthält, deren Licht rot, blau bzw. grün ist. Diese drei Farben sind, wie bereits erwähnt,

an den äußeren Ecken des aus FIG 18 ersichtlichen Dreiecks angeordnet, welches den genannten Standards entspricht.

5 Zur Kennzeichnung von Taxiway-Markierungen und Routen- hin-  
weisen für Flugzeuge sind lediglich vier Farben erforderlich,  
nämlich rot (R), gelb (Y), orange und grün (G). Für eine sol-  
che Anwendung ist es einfacher und weniger aufwendig, wenn  
ein Cluster 3 lediglich zwei unterschiedliche Arten von  
10 lichtabstrahlenden Dioden 1 enthält, nämlich solche, die ro-  
tes Licht und solche die grünes Licht abstrahlen. Ein derar-  
tiges Cluster 3 ist prinzipiell in FIG 15 dargestellt. Hier-  
bei kann auf blaues Licht abstrahlende Dioden 1 verzichtet  
werden.

15 Die Cluster 3 gemäß FIG 16 und FIG 17 unterscheiden sich von  
den in FIG 14 und FIG 15 dargestellten Clustern 3 lediglich  
dadurch, daß die einzelnen lichtabstrahlenden Dioden 1 nicht  
in zueinander versetzten Reihen angeordnet sind; vielmehr  
sind im Falle der Cluster 3 gemäß den FIG 16 und 17 die un-  
20 ter- bzw. übereinander angeordneten lichtabstrahlenden Dioden  
1 nicht zueinander versetzt.

Lichtabstrahlende Dioden 1 sind von unterschiedlichen Her-  
stellern und in unterschiedlichen Farben am Markt erhältlich.  
25 So stellt beispielsweise die Firma Toshiba LED zur Abstrah-  
lung von Licht in roter, orangener und gelber Farb her; die  
Firma Hewlett-Packard stellt Dioden zur Abstrahlung von Licht  
in bernsteinfarbener, oranger, rot-oranger und roter Farbe  
her; die Firma Ledtronics stellt Dioden zur Abstrahlung von  
30 Licht in grüner, gelber, oranger, roter und blauer Farbe her.

Die Steuerung der Energiezufuhr zu den lichtabstrahlenden Di-  
oden 1 wird mit minimalen Verlusten durch eine Pulsweitenmo-  
dulationsvorrichtung 24 erreicht, wobei der Spitzenstrom in  
35 einem Initialisierungsverfahren eingestellt wird, mittels dem

die Bauart der lichtabstrahlenden Diode entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs des Spannungsabfalls über eine Kette von lichtabstrahlenden Dioden mit dem Spannungsabfall über eine Bezugs-LED identifiziert wird.

5

Anhand von FIG 19 wird nunmehr die Steuerung bzw. Einbeziehung und Integration der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtungen in ein Steuersystem eines Flughafens erläutert.

- 10 Eine Flugverkehrszentrale 25, eine Ausweichzentrale 26 sowie eine Wartungszentrale 27 sind in geeigneter Weise an eine Steuerung 28 für Fahrtrouten und Gates angeschlossen. Diese Steuerung 28 wiederum ist mit Unterstationen 29, 30, 31 verbunden, von denen in FIG 19 lediglich die Unterstation 29  
15 eingehender dargestellt ist.

Es sei darauf hingewiesen, daß in FIG 19 eine sternförmige Verbindung zwischen der Steuerung 28 und den Unterstationen 29, 30, 31 dargestellt ist, daß es aber grundsätzlich auch  
20 möglich ist, eine Schleifenverbindung oder eine Busverbindung vorzusehen.

Die Unterstation 29 hat eine Untersteuereinrichtung 32 mit einem Panel 33. An die Untersteuereinrichtung 32 sind jeweils  
25 über ein CCR 34 und eine Masterschaltung 35 die eigentlichen Steuereinrichtungen 22 der erfindungsgemäßen Leuchteinrichtungen angeschlossen.

Zu der Steuereinrichtung 22, die im einzelnen in den FIG 21  
30 und 22 dargestellt ist, gehört die bereits erwähnte Pulsweitenmodulationsvorrichtung 24. Ihre Ausgangsleistung kann variieren, wie aus FIG 20 hervorgeht, deren oberer Teil eine Ausgangsleistung der Pulsweitenmodulationsvorrichtung 24 mit niedriger Intensität und deren unterer Teil eine Ausgangslei-

stung der Pulsweitenmodulationsvorrichtung 24 mit hoher Intensität darstellt.

Die in den Figuren 21 und 22 dargestellten Steuereinrichtungen 22 unterscheiden sich lediglich dadurch, daß die in FIG 21 dargestellte Steuereinrichtung 22 keine separate Datenleitung 36 aufweist, sondern lediglich eine Energieversorgungsleitung 37 hat, die auch zur Datenübermittlung dient.

10 Zur Steuereinrichtung 22 gehört eine Leistungsadaption- und Sensoreinheit 38, die an die Pulsweitenmodulationsvorrichtung 24 und einen Controller 39 angeschlossen ist.

15 Die Pulsweitenmodulationsvorrichtung 24 ist ebenfalls an den Controller 39 und einen Auslaßsensor 40 angeschlossen, der ebenfalls an den Controller 39 angeschlossen ist und über den die lichtabstrahlenden Dioden 1 der Leuchteinrichtung angesteuert werden. Der Controller 39 ist über ein Modem 41 und einen Anschlußkreis 42 an die Energieversorgungsleitung 37  
20 bzw. die Datenleitung 36 angeschlossen.

Als Controller 39 kann ein Gerät der Bauart Intel 8051 zum Einsatz kommen. Als Unterstationssteuereinrichtung 32 kann ein PC eingesetzt werden, wobei es sich um einen SICOMP-PC  
25 handeln kann.

Die Steuerung der Leuchteinrichtung beinhaltet die Regelung der Abstrahlintensität der Dioden 1, die Auswahl derjenigen Richtung bzw. derjenigen Richtungen, in die von der Leuchteinrichtung Licht abgestrahlt werden soll, die Auswahl der  
30 Farbe, in der Licht abgestrahlt werden soll, die Lichtblinkcodierung bzw. die zeitliche Aufeinanderfolge von Lichtimpulsen, einen zeitabhängig gesteuerten Ein- und/oder Aus-Betrieb, eine Überwachung der Dioden 1, eine automatische  
35 „Power on Default-start-up“-Auswahl und eine automatische

„Fallback Default“-Auswahl bei Steuerungsausfall. Weitere optionale Merkmale sind möglich.

Die an der Steuereinrichtung 22 eingehende Eingangsleistung wird automatisch erfaßt und an die Anforderungen der Leuchteinrichtung angepaßt.

Für den Fall einer Standard-Konstantstrom-Serienkreis-Eingangsleistung wird die Ausgangsleistung der Pulsweitenmodulationsvorrichtung 24 so angepaßt, daß das für Wolframhalogen- bzw. Glühlampen typische exponentielle Ansprechverhalten geschaffen wird, so daß die erfindungsgemäße Leuchteinrichtung mit herkömmlichen Leuchteinrichtungen in ein und demselben Kreis kombiniert werden können.

15

Das Modem 42 codiert die modulierten Steuersignale aus der Energieversorgungsleitung 37 oder der Datenleitung 36 und ordnet die Steuersignale zu. Alternierend moduliert und codiert das Modem 41 Überwachungssignale, die von der Leuchteinrichtung kommen, um diese für ein zentrales Steuer- und Überwachungssystem verfügbar zu machen. Das Modem 41 arbeitet in zwei Richtungen, um die Steuer- und Überwachungssignale in geeigneter Weise übertragen zu können.

Bestandteil der Steuereinrichtung 22 ist ein Überwachungsteil, mittels dem die Leuchteinrichtung auf Leitungsbruch, Erdschluß, Zuleitungsfehler und dergleichen überwacht wird.

Die Cluster 3 können z.B. auch mittels einer Selenzelle auf Funktionsfähigkeit überwacht werden.

30

## Schutzansprüche

1. Leuchteinrichtung zur Signalabgabe, Kennzeichnung oder Markierung, mit Lichtquellen, die als Halbleiterelemente (1),  
5 z.B. als lichtabstrahlende Dioden (LED) oder als lichtabstrahlende Polymere, ausgebildet sind, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Leuchteinrichtung eine Steuereinrichtung (22) aufweist, mittels der die Intensität der Lichtabstrahlung der Halbleiterelemente (1) gesteuert va-  
10 riierbar ist.
2. Leuchteinrichtung nach Anspruch 1, die unterschiedliche Halbleiterelemente (1), die Licht in unterschiedlichen Farben abstrahlen, aufweist.
- 15 3. Leuchteinrichtung nach Anspruch 2, bei der das abgestrahlte Licht unterschiedlicher Halbleiterelemente (1) beliebig mischbar ist.
- 20 4. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die mittels ihrer zur Steuerung und Energieversorgung dienenden Steuereinrichtung (22) dimm- und/oder schaltbar ist.
- 25 5. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, deren Steuereinrichtung (22) einen elektronischen Lichtregler aufweist.
- 30 6. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, deren Steuereinrichtung (22) durch eine Energieversorgungsleitung (37) und/oder eine separate elektrische oder optische Datenleitung (36) in Signalverbindung mit einer Zentraleinheit ist.

7. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, deren Halbleiterelemente (1) mittels der Steuereinrichtung (22) hinsichtlich ihrer Abstrahlintensität regelbar sind.

5 8. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mittels der Licht in mehrere Richtungen abstrahlbar ist und mittels deren Steuereinrichtung (22) die Abstrahlrichtung bzw. die Abstrahlrichtungen auswählbar sind.

10 9. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, mittels deren Steuereinrichtung (22) die Abstrahlintensität und die Anzahl der Licht unterschiedlicher Farbe abstrahlenden Halbleiterelemente (1) einstellbar ist, so daß mittels der Leuchteinrichtung Licht beliebiger Farbe in beliebiger Intensität abstrahlbar ist.  
15

10. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mittels deren Steuereinrichtung (22) eine bestimmte Aufeinanderfolge von Aus- und gegebenenfalls unterschiedlichen Ein-Betriebszuständen einstellbar ist.  
20

11. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mittels deren Steuereinrichtung (22) der Betriebszustand und die Funktionsfähigkeit der Halbleiterelemente (1) überwachbar ist.  
25

12. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, die rotes, grünes bzw. blaues Licht abstrahlende Halbleiterelemente (1) aufweist, die alternierend angeordnet sind.  
30

13. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, die rotes bzw. grünes Licht abstrahlende Halbleiterelemente (1) aufweist, die alternierend angeordnet sind.

14. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der einander benachbarte Halbleiterelementreihen zueinander versetzt angeordnet sind.
- 5 15. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, deren Steuereinrichtung (22) eine Pulsweitenmodulationsvorrichtung (24) aufweist, mittels der die den Halbleiterelementen (1) zugeführte elektrische Energie regelbar ist.
- 10 16. Leuchteinrichtung nach Anspruch 1 bis 15, bei der mehrere Halbleiterelemente (1) ein Cluster (3) bilden.
17. Leuchteinrichtung nach Anspruch 16, bei der 2 bis 200, vorzugsweise 2 bis 30, Halbleiterelemente (1) ein Cluster (3) bilden.
- 15 18. Leuchteinrichtung nach Anspruch 16 oder 17, die als Clusteranordnung aus mehreren einzelnen Clustern (3) ausgebildet ist.
- 20 19. Leuchteinrichtung nach Anspruch 18, bei der 1 bis 30, vorzugsweise 1 bis 16, Cluster (3) eine Clusteranordnung (11, 12) bilden.
- 25 20. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, bei der die Halbleiterelemente (1) eines Clusters (3) auf einem gemeinsamen Substrat (4) angeordnet sind.
- 30 21. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, deren einzelne Halbleiterelemente (1) fassungsfrei ausgebildet sind.
22. Leuchteinrichtung nach Anspruch 20 oder 21, bei der das die Halbleiterelemente (1) haltende Substrat (4) auf seiner



den Halbleiterelementen (1) zugewandten Seite mit einer Schicht (5) aus einem reflektierenden Werkstoff versehen ist.

23. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, bei  
5 der ausgangsseitig der Halbleiterelemente (1) eine Spiegel-  
oberfläche (10) angeordnet ist, mittels der die Abstrahlrichtung der Halbleiterelemente (1) abgelenkt wird.

24. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, deren  
10 Strahlungsaustrittsfläche (6) in ihren Abmessungen etwa  
der Fläche des die Halbleiterelemente (1) haltenden Substrats (4) entspricht.

25. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 24, die  
15 aus gegebenenfalls unterschiedlichen Clustern (3) und/oder  
Clusteranordnungen (11, 12) modulartig zusammenstellbar ist.

26. Leuchteinrichtung nach Anspruch 25, die bidirektional  
ausgebildet ist und zwei Clusteranordnungen (11, 12) auf-  
20 weist, von denen jede in eine zu der der anderen entgegengesetzte Richtung Licht abstrahlt.

27. Leuchteinrichtung nach Anspruch 25, die bidirektional  
ausgebildet ist und zwei Clusteranordnungen (11, 12) auf-  
25 weist, die in zueinander geneigten Richtungen Licht abstrahlen.

28. Leuchteinrichtung nach Anspruch 26 oder 27, bei der jede  
Clusteranordnung (11, 12) mehrere, z.B. drei oder fünf, nebeneinander  
30 angeordnete Cluster (3) aufweist, wobei einander benachbarte Cluster (3) jeweils einen Winkel kleiner 180 Grad einschließen.

29. Leuchteinrichtung nach Anspruch 25, die omnidirektional ausgebildet ist und deren Clusteranordnungen gekrümmt ausgebildet sind und einen Kreis bzw. einen Zylindermantel bilden.

5 30. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 29, deren Halbleiterelemente (1) in Reihen bzw. Spalten angeordnet sind.

10 31. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 29, deren Halbleiterelemente (1) in Kreisen bzw. Zylindern angeordnet sind.

15 32. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, deren Halbleiterelemente einen Abstrahlabschnitt (2) in Form einer asphärischen Linse aufweisen.

20 33. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, bei der die Halbleiterelemente (1) aus einem anorganischen oder organischen Werkstoff, insbesondere aus Kunststoff, ausgebildet sind.

25 34. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 33, bei der die einzelnen Cluster (3) aus einem vorzugsweise recyclebaren Kuststoff vergossen oder gespritzt ausgebildet sind.

30 35. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 34, bei der die einzelnen Cluster (3) aus einem gut wärmeleitenden Werkstoff ausgebildet sind.

36. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 35, bei der die einzelnen Cluster (3) aus einem druckfesten Kunststoff ausgebildet sind.

37. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 36, bei der die Cluster (3) mit einem Gehäuse (15) der Leuchteinrichtung eine kompakte Einheit bilden.

5 38. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 37, bei der vor den Halbleiterelementen (1) eine Abdeckplatte angeordnet ist, mittels der die von den Halbleiterelementen (1) abgestrahlten Strahlen optisch beeinflussbar sind.

10 39. Leuchteinrichtung nach Anspruch 38, bei der die Strahlen mittels der Abdeckplatte (7) bündel- und richtbar sind.

15 40. Leuchteinrichtung nach Anspruch 37 oder 38, bei der den Halbleiterelementen (1) eine Optikeinrichtung zur Strahlenbrechung und/oder Totalreflexion zugeordnet ist.

41. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 38 bis 40, bei der die Außenseite der Abdeckplatte (7) leicht reinigbar und gehärtet ist.

20

42. Leuchteinrichtung nach Anspruch 41, bei der die Außenseite der Abdeckplatte (7) beschichtet ist.

25 43. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 42, deren Halbleiterelemente (1) in einem Füllkörper (8) eingebettet angeordnet sind.

30 44. Leuchteinrichtung nach Anspruch 43, bei der der Füllkörper (8) der Halbleiterelemente (1) an deren aktiver Oberfläche bzw. Lichtaustrittsöffnung (2) eine Aussparung (9) aufweist.

35 45. Leuchteinrichtung nach Anspruch 43 oder 44, deren Füllkörper (8) aus einem transparenten Werkstoff, z.B. einem transparenten Harz, insbesondere Epoxydharz, ausgebildet ist,

dessen Brechungsindex etwa dem der Abdeckplatte (7) entspricht.

5 46. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 45, deren einzelne Halbleiterelemente (1) voll- oder teilautomatisch hantierbar sind.

10 47. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 46, deren Cluster (3) Bestandteile eines redundant arbeitenden Systems sind.

15 48. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 47, bei der ein oder mehrere Cluster (3) der Leuchteinrichtung als auswechselbare Teileinheit, insbesondere als Kassette (20), ausgebildet ist bzw. sind.

49. Leuchteinrichtung nach Anspruch 48, bei der die Kassette (20) typcodiert ist.

20 50. Leuchteinrichtung nach Anspruch 49, bei der an der Außenseite der Kassette (20) Vorsprünge bzw. Vertiefungen ausgebildet sind, die Vertiefungen bzw. Vorsprüngen an der die Kassette (20) aufnehmenden Halterung (21) der Leuchteinrichtung zugeordnet sind.

25 51. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 50, bei der der Grundkörper bzw. das Gehäuse der Kassette (20) mit einem elektrisch nichtleitenden Werkstoff, z.B. Harz oder Kunststoff, ganz oder teilweise gefüllt ist.

30 52. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 51, bei der dem elektrisch nichtleitenden Werkstoff ein nichtleitender Füllstoff, z.B. Glas, beigegeben ist.

53. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 52, bei der die Wände, insbesondere eine Bodenwand des Grundkörpers bzw. des Gehäuses der Kassette (20), als Wärmeleiter, z.B. aus rostfreiem Stahl oder Aluminium, ausgebildet sind bzw. ist.

54. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 53, bei der die Außenseite der Kassette (20), zumindest an den Hauptbeanspruchungsbereichen, mit einer Härtung versehen ist.

55. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 54, die als Leuchteinrichtung für die Signalabgabe auf sowie die Kennzeichnung und Markierung von Verkehrsflächen von Flughäfen, z.B. Startbahnen, Landebahnen, Taxiways und dergleichen ausgebildet ist.

56. Leuchteinrichtung nach Anspruch 55, die als Unterflurfeuer ausgebildet ist.

57. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 54, die als Leuchteinrichtung für die Kennzeichnung und Markierung von Verkehrsflächen im Straßenverkehr, z.B. für Fahrbahnrichtungsanzeigen, Fahrbahntrennlinien, Geschwindigkeitsbegrenzungsanzeigen und dergleichen ausgebildet ist.

58. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 54, die als Leuchteinrichtung für den Bereich der Schifffahrt, z.B. für Leuchtfeuer, Fahrtrinnenanzeigen, Bojenmarkierungen und dergleichen ausgebildet ist.

59. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 58, deren Grundkörper bzw. Gehäuse aus einem nichtmetallischen und elektrisch nichtleitenden Werkstoff ausgebildet ist.

11.07.97

50. Leuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 59, deren Halbleiterelemente (1) zwischen sehr niedrigen und sehr hohen Potentialen elektrisch regelbar sind.

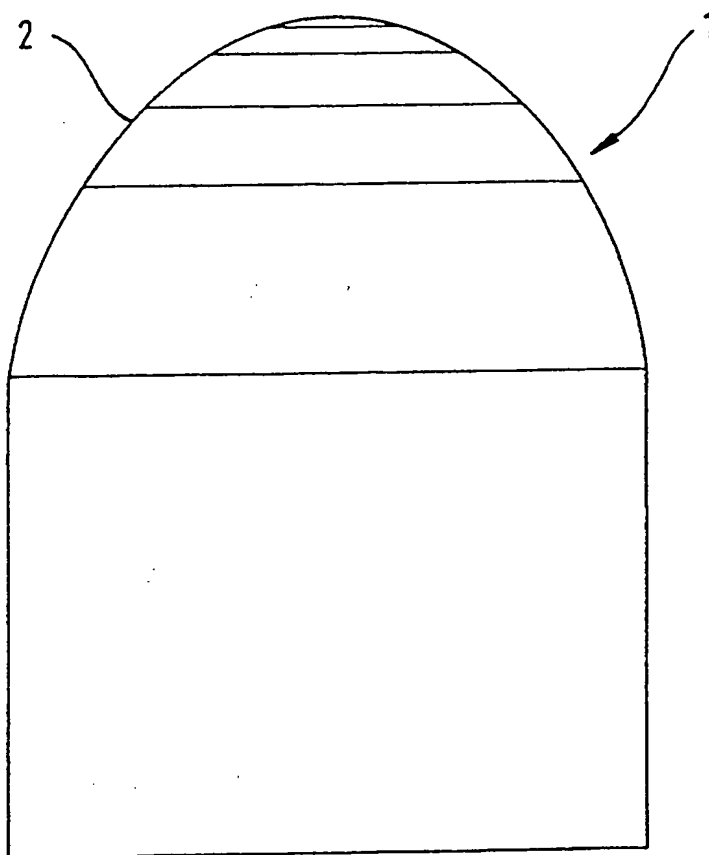


FIG 1

2/13

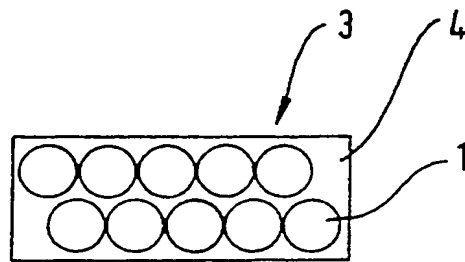


FIG 2

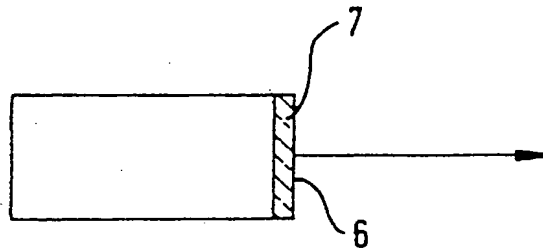


FIG 3

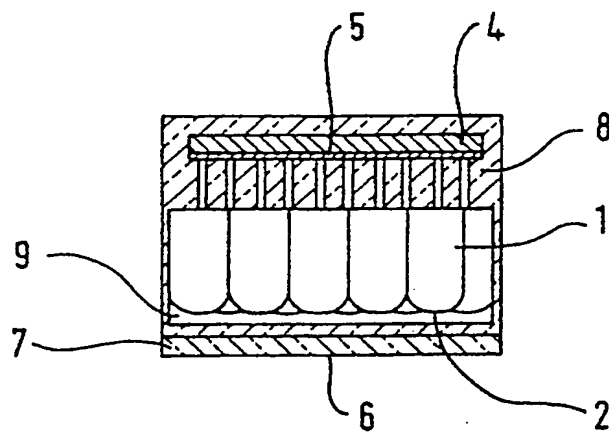


FIG 4



3/13

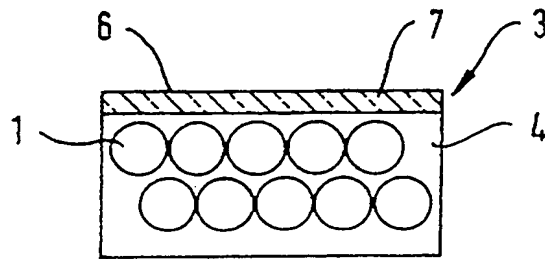


FIG 5

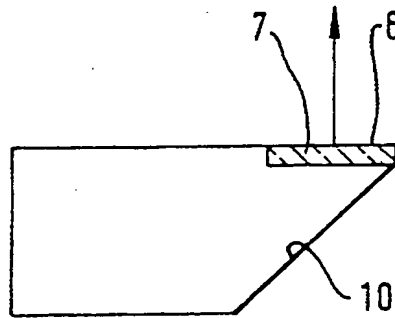


FIG 6

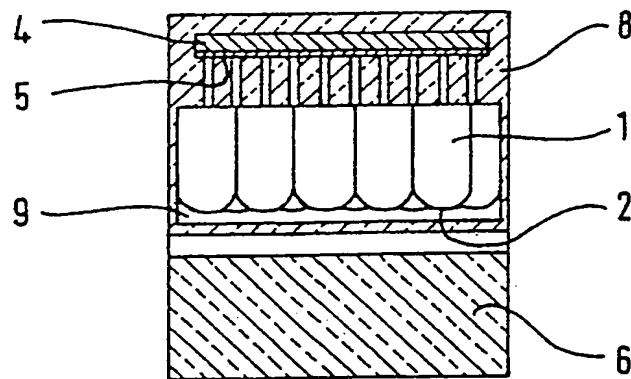


FIG 7

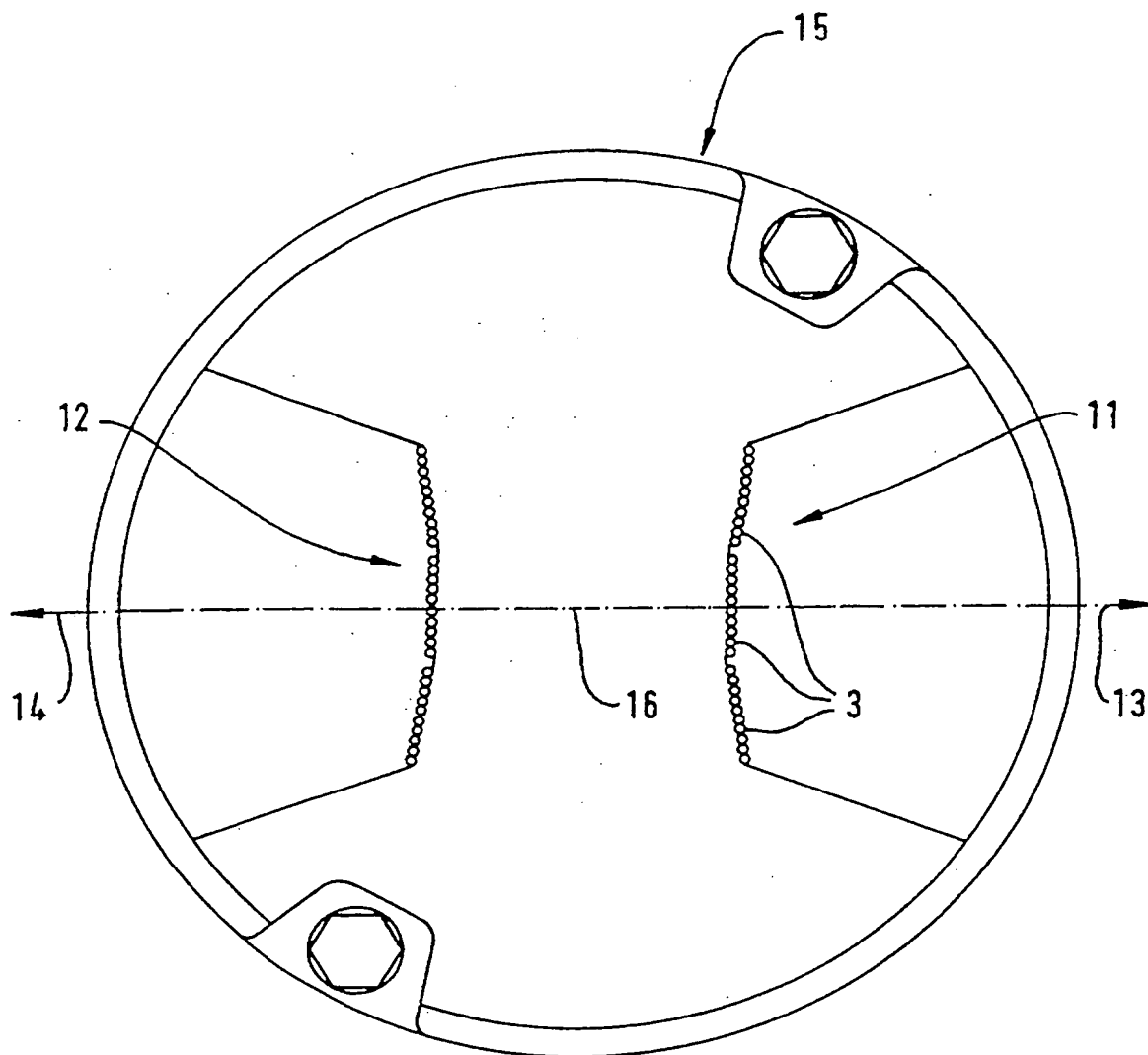


FIG 8

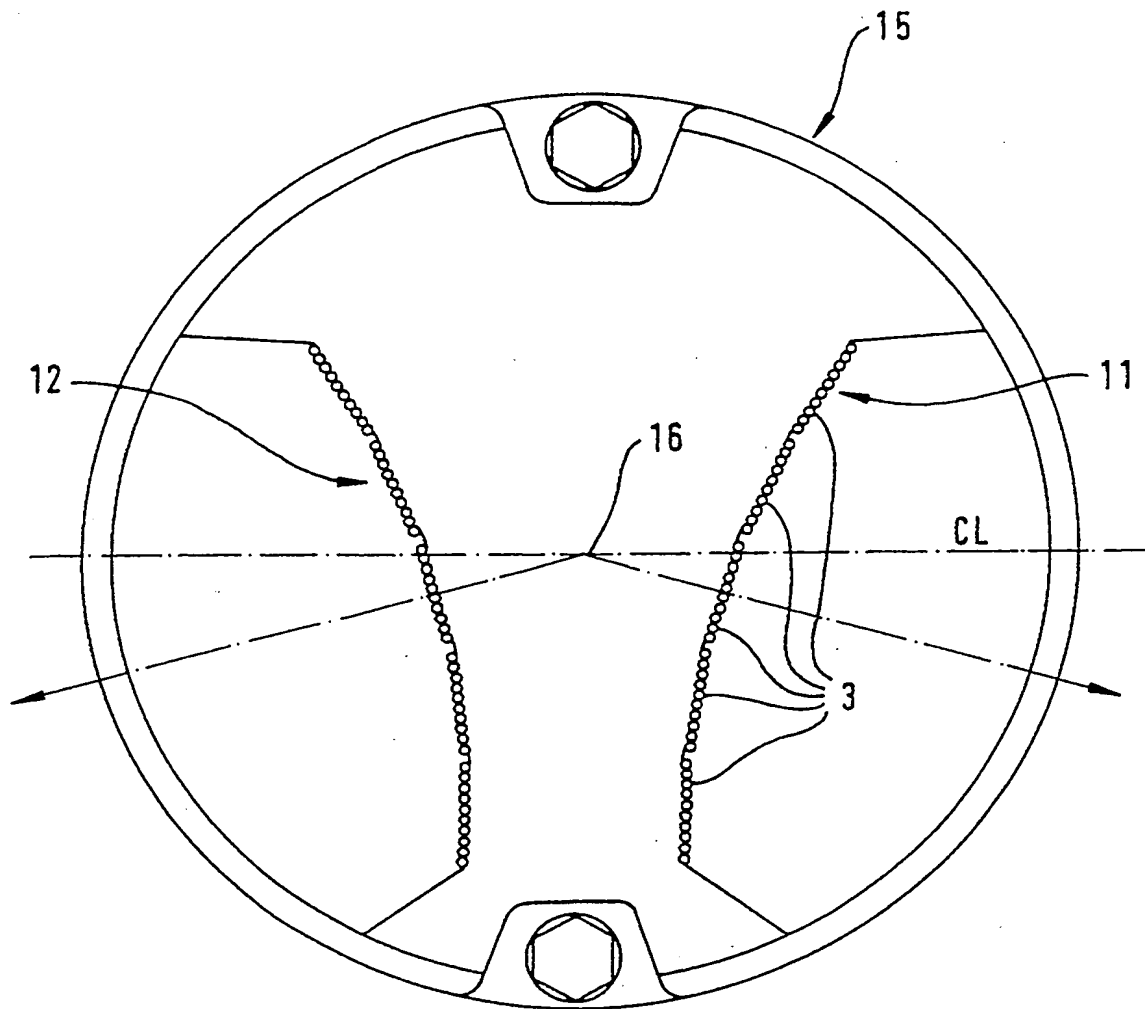


FIG 9

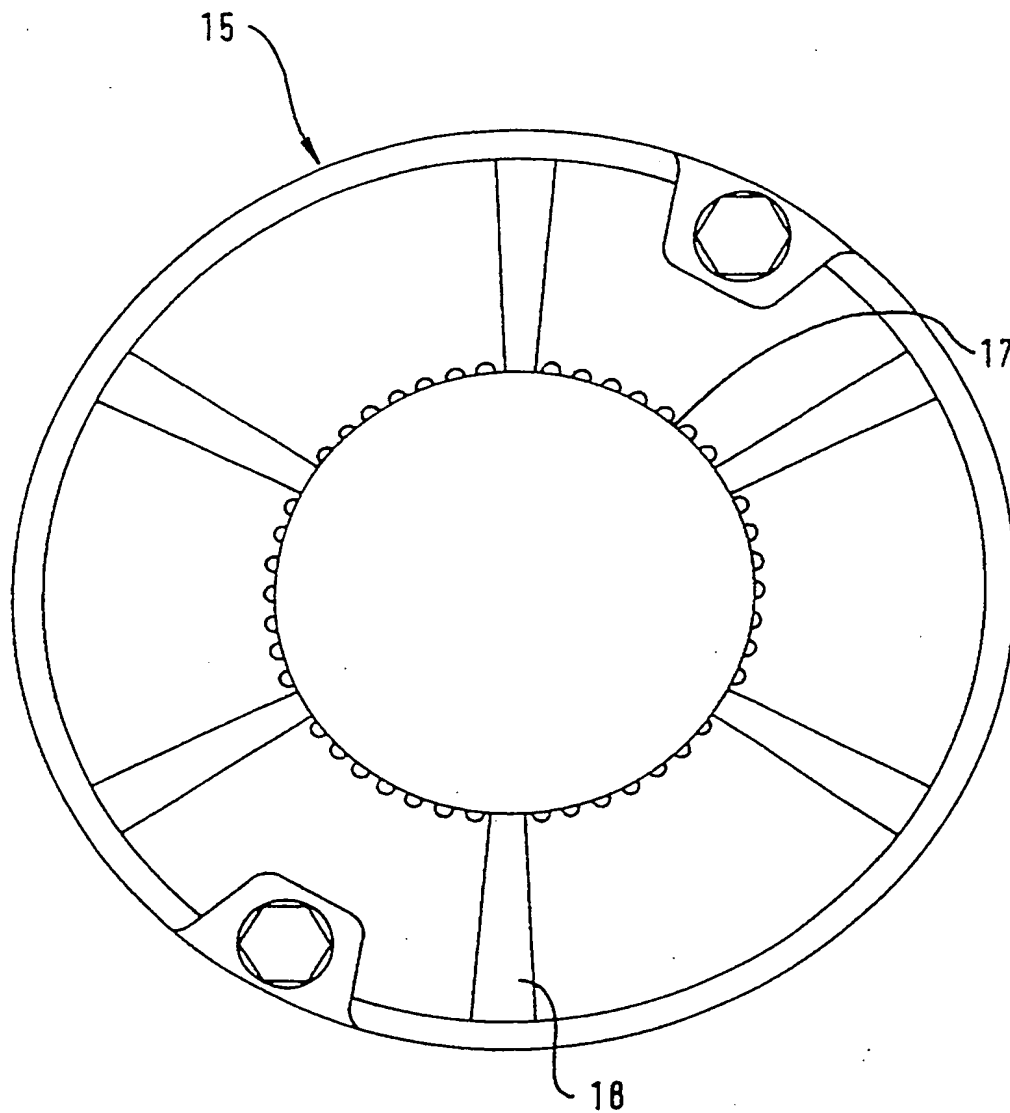


FIG 10

7/13

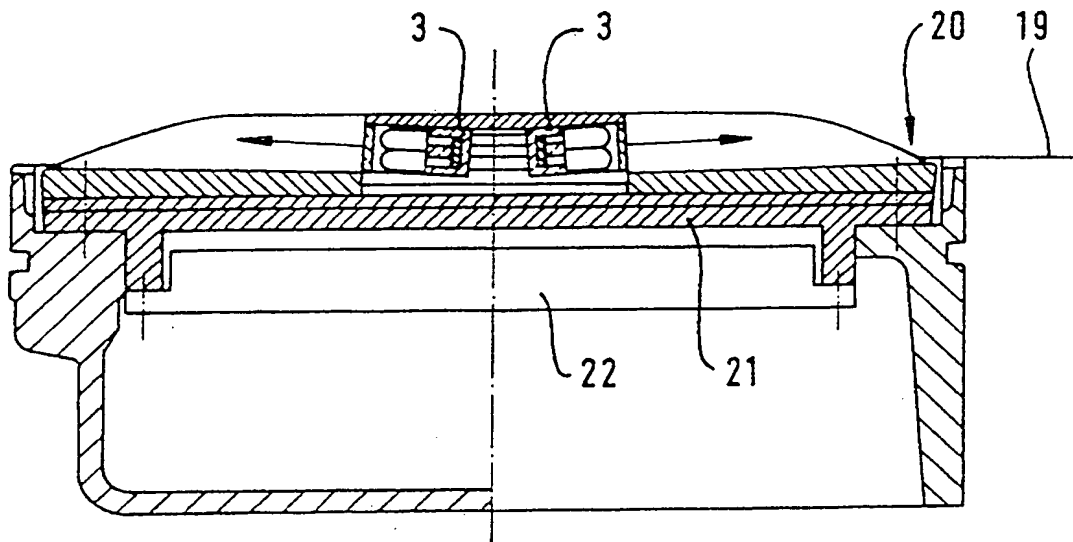


FIG 11

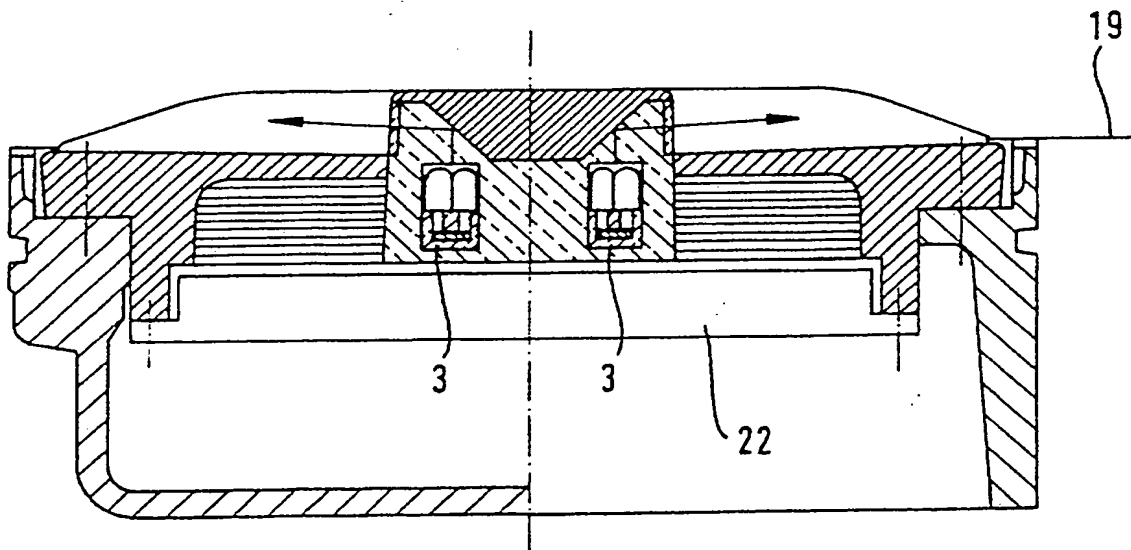


FIG 12

8/13

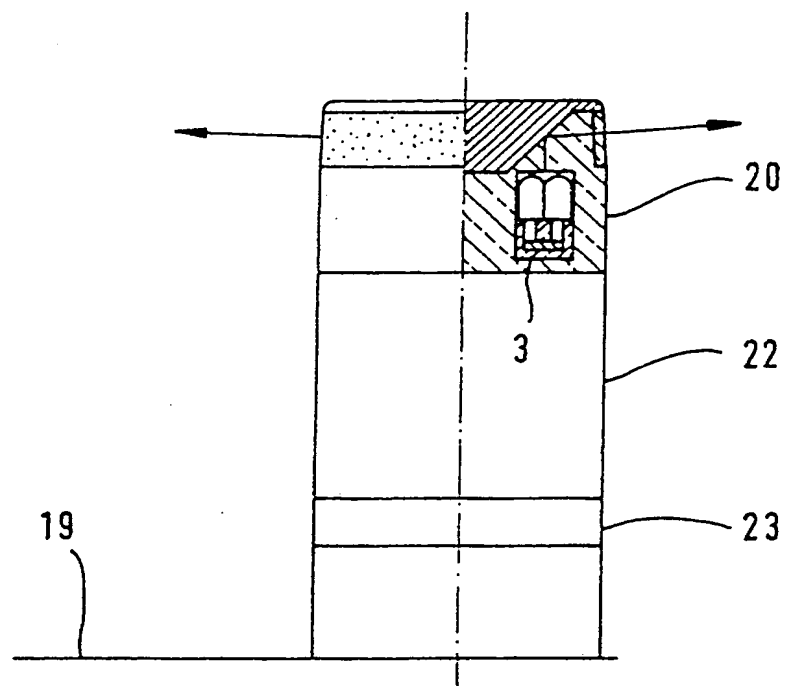


FIG 13

9/13

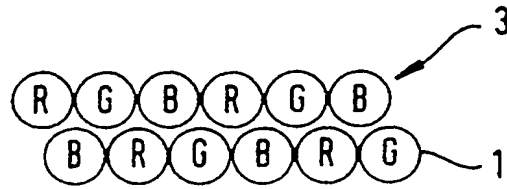


FIG 14

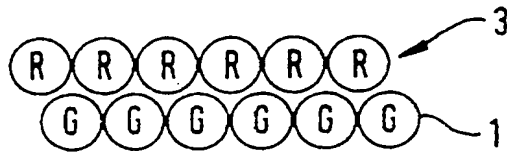


FIG 15

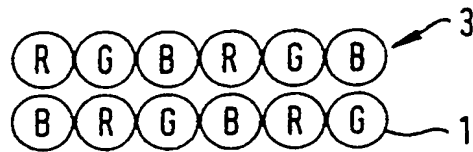


FIG 16

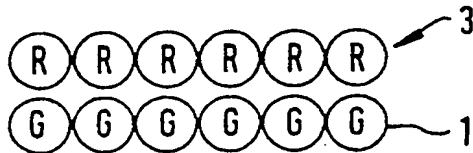
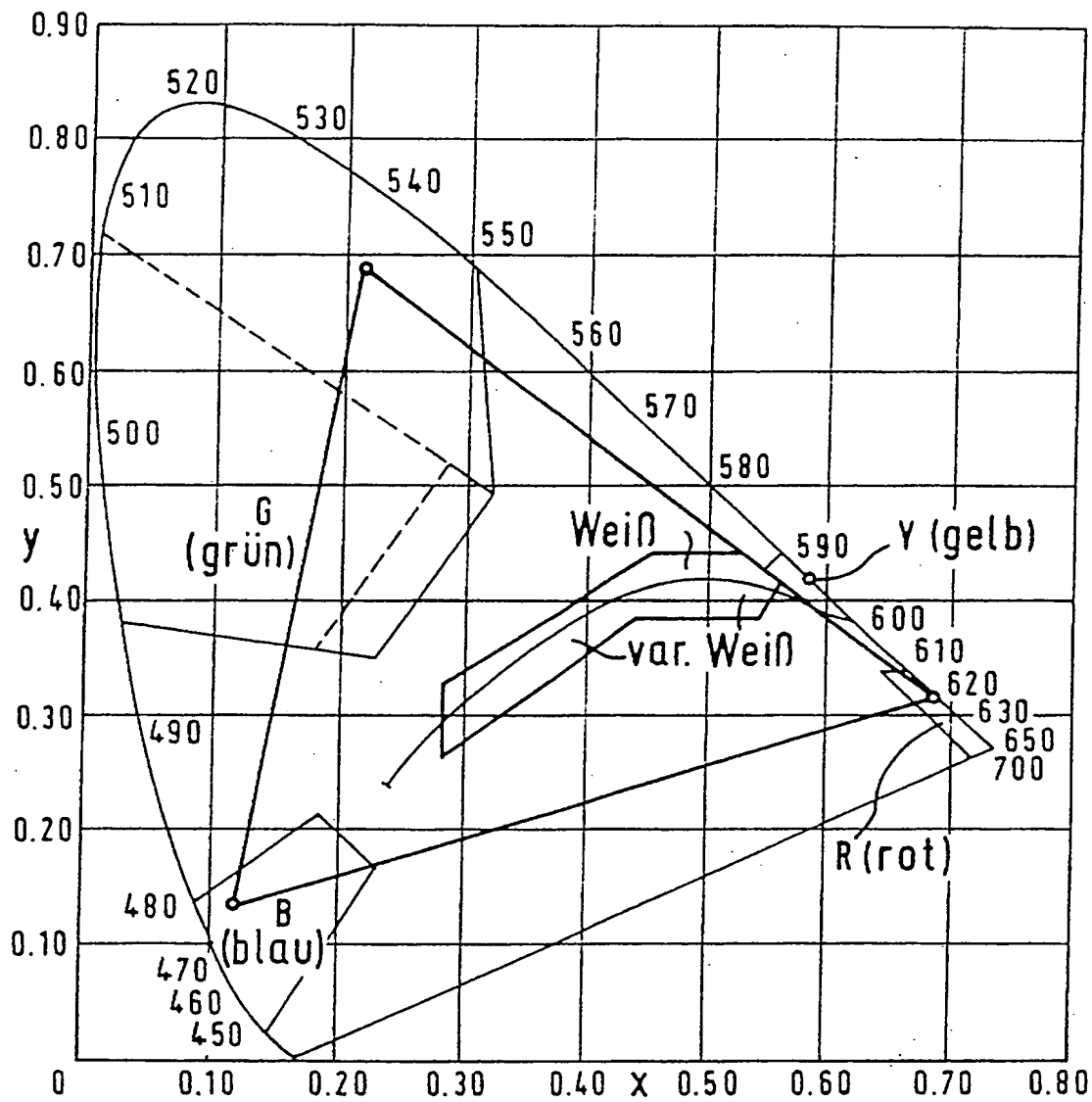


FIG 17

FIG 18





11/13

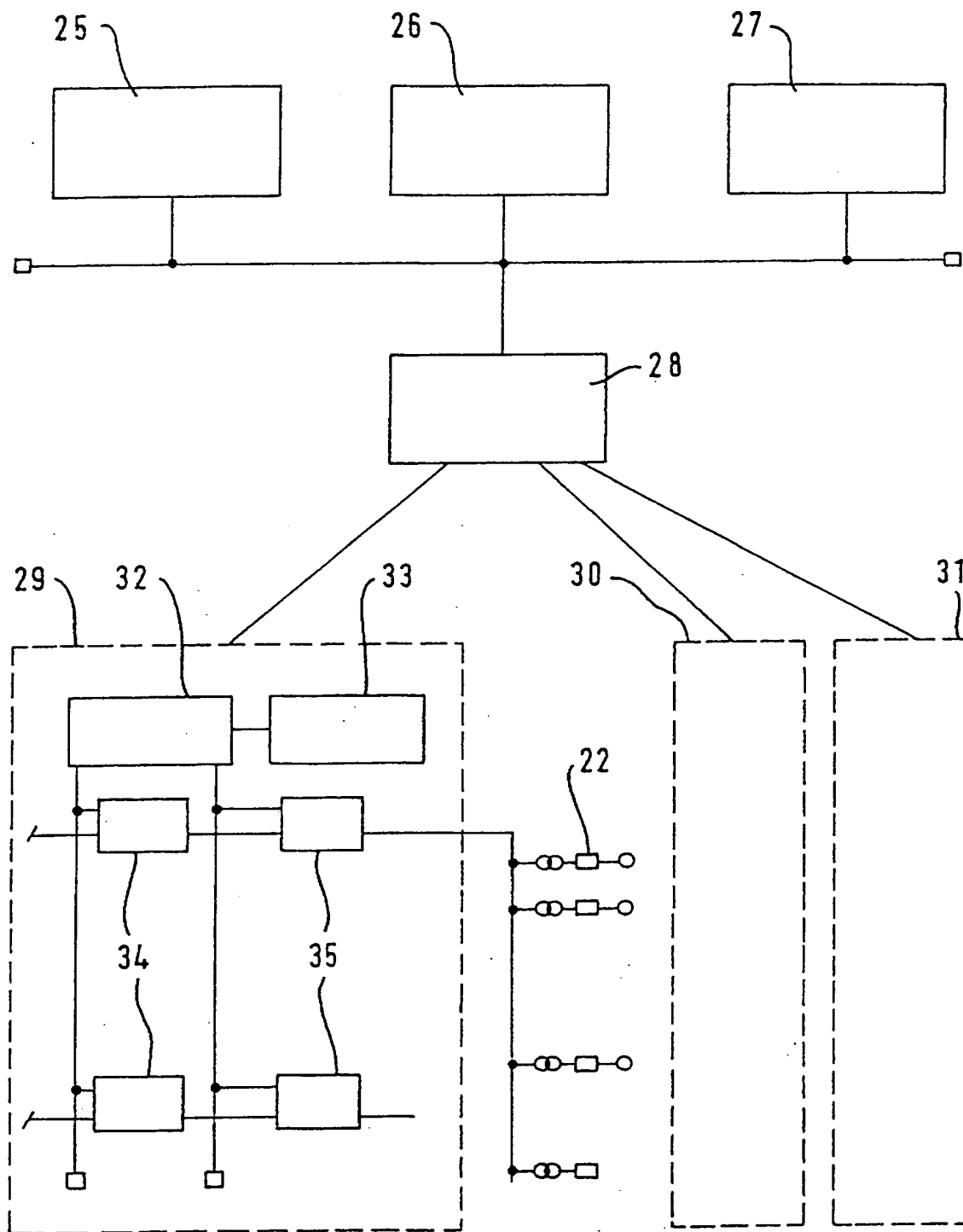


FIG 19

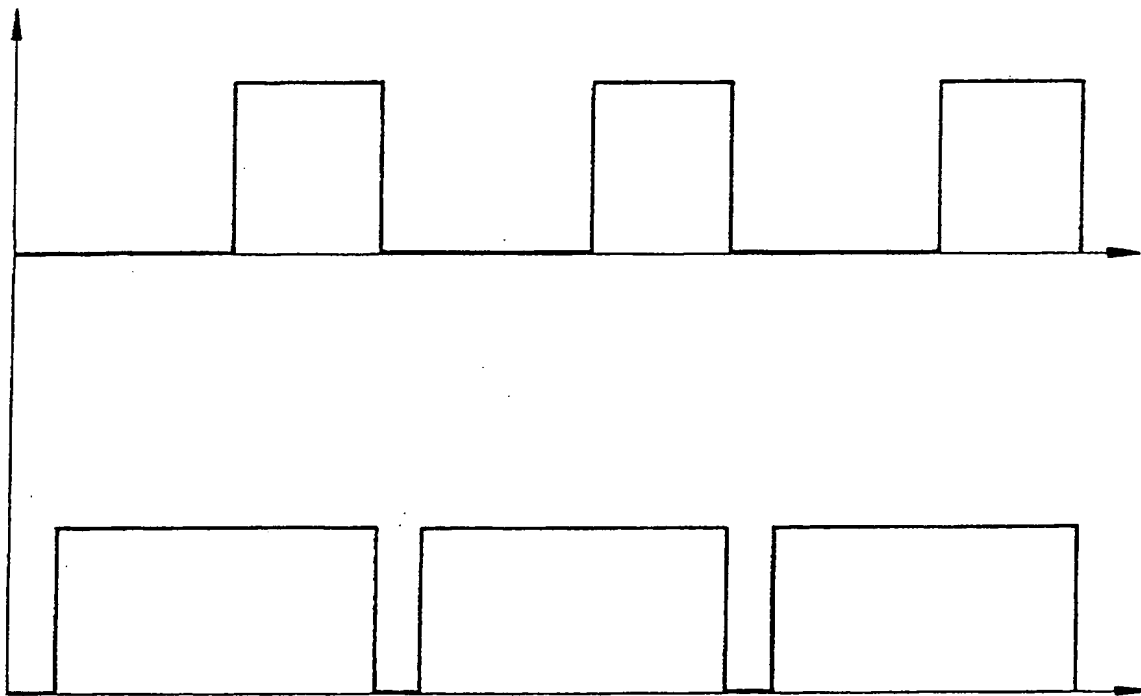


FIG 20

13/13

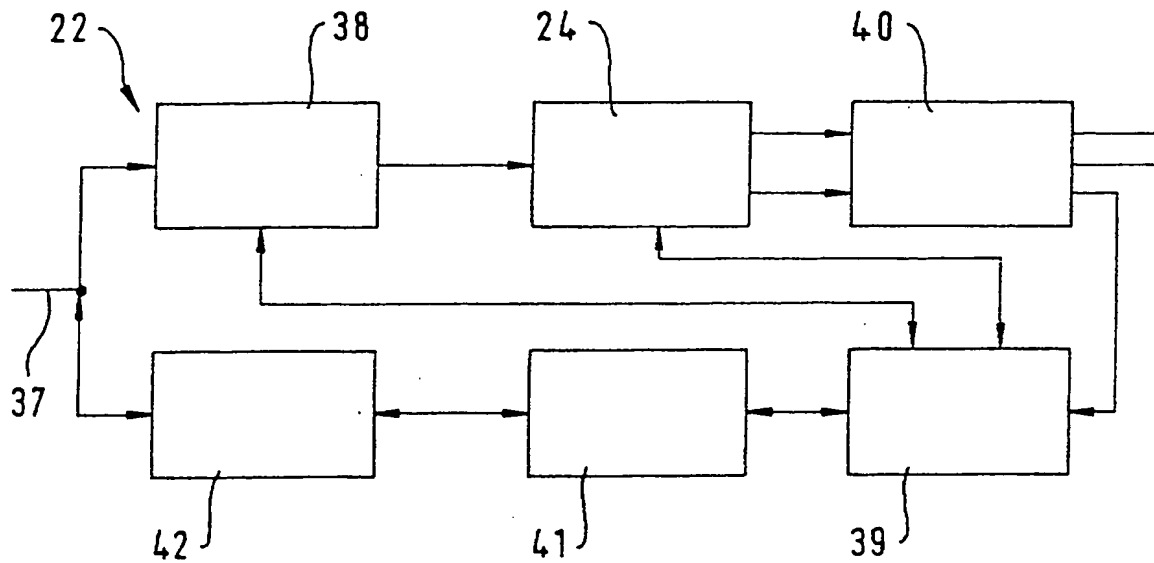


FIG 21

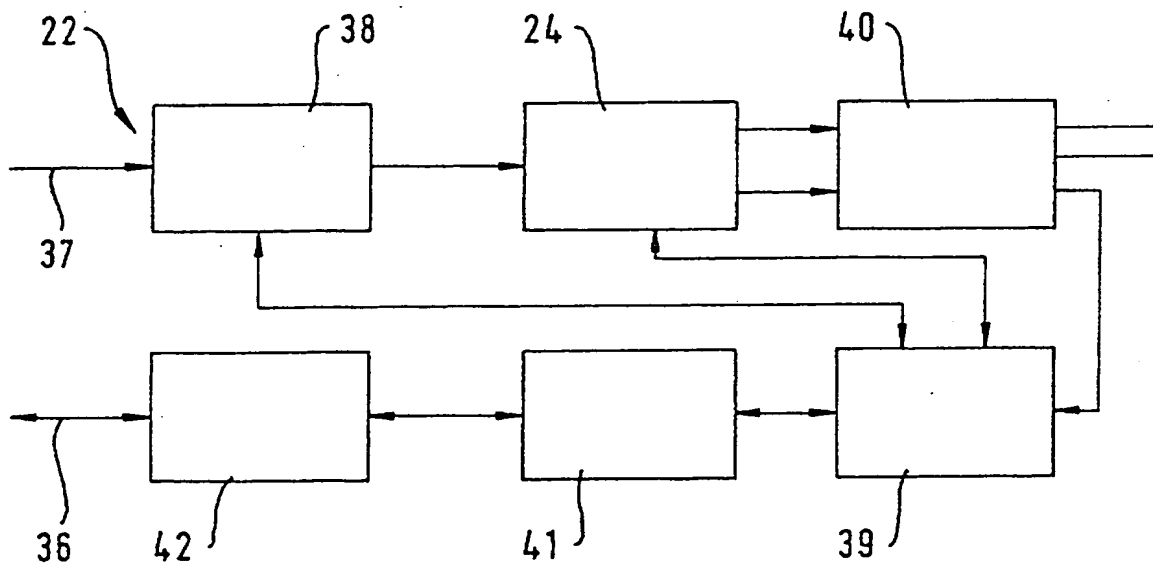


FIG 22

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**